

JP406038193A

Feb. 10, 1994  
PICTURE COMPRESSOR

L6: 1 of 1

INVENTOR: MATSUI, SHINICHI  
APPLICANT: CASIO COMPUT CO LTD  
APPL NO: JP 04213672  
DATE FILED: Jul. 17, 1992  
INT-CL: H04N7/133; G06F15/66; H03M7/30; H04N1/41

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the picture compressor suitable for the visual sense characteristic of human being while enhancing the energy concentration in which Hadamard transformation is adopted for a band division means so as to make orthogonal transformation adaptive.

CONSTITUTION: In the picture compressor in which an input is divided into prescribed bands by a band division means and prescribed sample processing is performed for divided outputs, Hadamard transformation is adopted for the band division means. Then the orthogonal wavelets transformation is applied to a partial picture to prevent production of mosquito noise, and the Hadamard transformation is applied to a partial picture whose energy concentration is desired to be enhanced. For example, in band divisions A-C for the orthogonal transformation for band division, a quadrature mirror filter QMF (marked  $\circ$ ) with long taps of nearly 10 taps is employed and a filter (marked square) with 2 taps employing the Hadamard transformation is adopted for other band divisions D-G.

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&Japio

=> log y

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-38193

(43)公開日 平成6年(1994)2月10日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 N 7/133

Z

G 0 6 F 15/66

3 3 0 H 8420-5L

H 0 3 M 7/30

8522-5 J

H 0 4 N 1/41

B 9070-5C

審査請求 未請求 請求項の数7(全 6 頁)

(21)出願番号

特願平4-213672

(22)出願日

平成4年(1992)7月17日

(71)出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72)発明者 松井 紳一

東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ

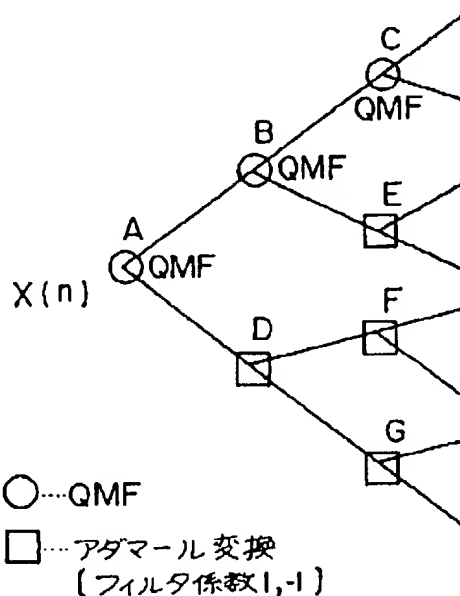
計算機株式会社羽村技術センター内

(54)【発明の名称】 画像圧縮装置

(57)【要約】

【目的】 直交変換を適応化することができ、エネルギー集中とを高めつつ人間に視覚特性に適した画像圧縮装置を提供する。

【構成】 画像圧縮装置は、帯域分割にタップの長いQMFと直交変換のフィルタ係数に変換行列の要素が1, -1のみからなるアダマール変換行列を用いる。



BEST AVAILABLE COPY

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、アダマール変換であることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項2】 入力帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、直交変換手段とアダマール変換からなることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項3】 入力帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、ウェーブレット(wavelet)理論に基づく直交ウェーブレット変換とアダマール変換からなることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項4】 入力帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、直交ミラーフィルタ(QMF)とアダマール変換からなることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項5】 前記帯域分割手段は、部分画像の特徴に応じて変換手段を選択して使用するよう構成されていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4の何れかに記載の画像圧縮装置。

【請求項6】 前記帯域分割手段は、モスキートノイズの発生を防止しようとする部分画像については前記直交ウェーブレット変換を使用し、エネルギー集中度を高めようとする部分画像については前記アダマール変換を使用するよう構成されていることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3又は請求項4の何れかに記載の画像圧縮装置。

【請求項7】 前記アダマール変換が、アダマール行列の要素が1と-1のアダマール変換であることを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5又は請求項6の何れかに記載の画像圧縮装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、画像データの圧縮処理等に用いられる画像圧縮装置に係り、詳細には、適応的直交変換を用いた画像圧縮装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ISDNやCD-ROMを前提とした画像の高効率符号化技術において、DCT(離散コサイン変換)が高効率符号化技術の主流になりつつある。このDCTの長所はエネルギー集中度が高いことでありこの長所を最大限に利用することにより圧縮を可能にしている。一方、欠点としては「モスキートノイズ」の発生、

2

「ブロック歪」の発生など、人間の視覚特性にマッチしないノイズが発生することであり、このノイズを取り除くことが必要となってきている。ブロック歪を取り除く方法としてLOT(Lapped Orthogonal Transform: 重畳直交変換)等が考察されていたが、その一般化の方法としてSBC(sub-band coding: 帯域分割符号化)が注目されている。SBCでは、帯域分割を2分割を単位として行うことを基本とし、折返し成分がキャンセルされるQMF(quadrature mirror filter)を用いるのが一般的である。QMFについて簡単に説明する。図5は一次元の帯域分割を説明するための図であり、図5に示すように、あるデータ列 $x(n)$ が入力された時、 $x(n)$ を $H_0$ と $H_1$ の2つの帯域に分割してサブサンプル(図5の↓参照)する。サブサンプルされるため、データが2つに分かれても合計のデータ数に変化はない。次に元に戻すためオーバーサンプル(図5の↑参照)してフィルタリングすることにより出力 $y(n)$ を得る。図8に示すように上記の方法を数回繰り返すことにより、帯域を分割することができる。このように、QMFは図5において入力 $X(n)$ を2つの帯域に分割するためプリフィルタ( $H_0, H_1$ )を掛けた後、サブサンプルを実行する。また、逆に変換する場合には、オーバーサンプルした後にポストフィルタ( $G_0, G_1$ )を掛けることによって得られる。ところで、QMFの場合、そのフィルタ $H_0, H_1$ の係数に次のような特徴がある。すなわち、 $H_0$ の係数を $a_0, a_1, \dots, a_9$ とすると $H_1$ の係数は $a_0, -a_1, \dots, a_2, -a_3, \dots, a_8, -a_9$ となり、さらに $a_0=a_9, a_1=a_8, a_2=a_7, \dots, a_4=a_5$ となっている。このため、従来よりその分割装置として図6に示すようなバタフライ演算を行うものが考察されてきた。このように、図5に示すQMFは図6のようなバタフライ演算を含むアダマール変換により演算されることが考えられる。ここで、図5において $y(n)$ と $x(n)$ が完全に一致しているか、 $H_0, H_1$ などが直交性を満たしているか、また直線位相になっているかなどの問題があるがQMF, CQF, SSKFなどの方法により部分的に問題は解決している。これらはすべてそのフィルタの係数を決定する方法であり、基本的に図5の $H_0, H_1, \dots$ の定め方のみの問題である。うまく係数を定めることができれば、DCTと同じ程度のエネルギー集中度でフィルタの係数が十分長く、 $H_1$ のDC付近のエネルギーが十分小さいものを選ぶことができ、圧縮率とブロック歪の問題を同時に解決することができる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、モスキートノイズはこのような方法ではまったく解決することができない。近年、モスキートノイズを減らす方法として高い周波数帯域のものは時間分解能をupし、周波数分解能をdownさせ、逆に低い周波数帯域のものは時間分解能をdownし、周波数分解能をupするウェーブ

ット (wavelet) 理論に基づく方法が考えられている。すなわち、例えばDC Tでは低い周波数帯域から高い周波数帯域までサンプリング個数は1個(固定)であり周波数とサンプリングの関係は固定であった。しかし、DC Tで代表される周波数帯域に毎にサンプリング個数を均一に分割する方法では位相関係は適正に表現される反面、一様な画面(例えば、空)に不自然な歪が生じるモスキートノイズが発生することがある。そこで、高い周波数帯域のもの程時間分解能を上げる(周波数分解能は下げる)ウェーブレット変換方法を適用して人間の視覚特性に合った画像圧縮を行うことができる。具体例で簡単に説明する。図9において入力 $x(n)$ に対して帯域分割Aにおいて、2分割後、サブサンプリングして $x(n)/2$ 個づつのデータを得る。次にBにおいて、さらに同様に $x(n)/4$ 個づつのデータを得る。最後にCにおいて $x(n)/8$ 個づつのデータを得る。合計では、 $x(n)/8 + x(n)/8 + x(n)/4 + x(n)/2 = x(n)$ となり変化していない。すなわち、入力 $x(n)$ に対してサンプリング間隔の異なる4種のデータを出力する(規定の数(8個)が全て表現できる)直交変換となっている。Aの出力データはサブサンプリングが1回のため十分時間分解能がある。このような直交変換を用いるとモスキートノイズに非常に有効に働く。ここで、2のべき(2<sup>n</sup>)で示される直交ウェーブレット変換はQMFと近似することが知られている。図10はQMFのサンプリングを示す図であり、同図・印はサンプリング密度を示す。入力 $x(n)$ に対しロウ(L)側、ハイ(H)側において図示のようなサンプリングとなり、H側はそのままにL側についてのみサンプリングを重ねてLL、LLLのサンプリング密度を作成する(図9の分割パターン参照)。なお、上記帯域分割を行ってもLH及びLLのデータを使用して逆QMFをかければLを復元することができ、同様にLLH及びLLLのデータを使用すればLLを復元することができる。上記ウェーブレット直交変換は、ブロック歪み、モスキートノイズに関して非常に有効ではあるが、エネルギー集中度、量子化と考えると必ずしも適切な方法とは言えず適応的な方法が望まれていた。すなわち、画像圧縮ではエネルギー集中度が最も重要であるが、ウェーブレット変換だけで処理すると集中度が足りないために圧縮効率が落ちてしまう欠点があった。そこで本発明は、直交変換を適応化することができ、エネルギー集中度を高めつつ人間の視覚特性に適した画像圧縮装置を提供することを目的としている。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、上記目的達成のため、入力を帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、アダマール変換であるように構成されている。請求

項2記載の発明は、入力を帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、直交変換手段とアダマール変換からなるように構成されている。請求項3記載の発明は、入力を帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、ウェーブレット理論に基づく直交ウェーブレット変換とアダマール変換からなるように構成されている。請求項4記載の発明は、入力を帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、直交ミラーフィルタ(QMF)とアダマール変換からなるように構成されている。前記帯域分割手段は、例えば請求項5に記載されているように部分画像の特徴に応じて変換手段を選択して使用するよう構成されていてもよく、また、例えば請求項6に記載されているように、モスキートノイズの発生を防止しようとする部分画像については前記直交ウェーブレット変換を使用し、エネルギー集中度を高めようとする部分画像については前記アダマール変換を使用するよう構成されているものでもよい。また、前記アダマール変換が、例えば請求項7に記載されているようにアダマール行列の要素が1と-1のアダマール変換であってもよい。

## 【0005】

【作用】本発明の手段の作用は次の通りである。請求項1、2、3、4、5、6及び7記載の発明では、モスキートノイズの発生を防止しようとする部分画像については直交ウェーブレット変換が適応され、エネルギー集中度を高めようとする部分画像についてはアダマール変換が適応されて適応された変換手段により入力が所定の帯域に分割される。そして、分割された出力に対しサンプル処理手段により所定のサンプル処理が実行される。従って、直交変換を適応化することができ、エネルギー集中度を高めつつ人間の視覚特性に適した画像圧縮装置が実現できる。

## 【0006】

【実施例】以下、本発明を図面に基づいて説明する。

## 原理説明

まず、ウェーブレット変換ではエネルギー集中度が足りない場合があることについて述べ、次に本発明の基本原理解を説明する。図1に示すように前記図9で分割した後、さらに分割して、あるブロック単位で分割するものではないものに分ける(当然どちらを選択したかは、フラグを立てて、別の量子化等の処理をする)ことにより適応的な直交変換を作ることができるように考えられる。すなわち、あるブロックではモスキートノイズを防ぐためにA、B、Cなる分割のみを行って時間軸の分解能を高くし、また、あるブロックではA～Gのすべての分割をすることによりノイズが分散するようにすることができ

5

るように考えられる。換言すれば、図9に示したA、B、Cなる分割だけではなく図1に示したようなD、E、F、G、…の枝の部分についてデータを利用できるようにすればエネルギー集中度を高めることが可能になる。ところが、このようなブロック毎の分割・非分割は、一般にはうまくいかない。これを図2を用いて説明する。図2は $H_0$ 、 $H_1$ として4タップのFIRフィルタを考えている。図2において、Dの上側、下側出力というのは図1で示される位置の信号であり、○印がサンプル、破線の○印がサブサンプルを表わす。簡単のため、Dが適当なブロック毎に行われるか、行われないかを考えると、Dの出力の値 $d_1$ を作り出すのに $x(n)$ のデータ $x(4) \sim x(13)$ を使用しているのがわかる。ここで、ブロック1、2を図2のように定義してブロック1はDによる分割を行い、ブロック2は行わないと仮定する。データとしてブロック1は $d_0 \sim d_4$ 、ブロック2は $d_5 \sim d_8$ （ブロックはDの分割は行わないため、データの種類が異なる）を持つことになる。この場合に問題となるは逆変換であり、量子化→符号化→伝送路→逆量子化の後、逆変換を行わなくてはならない理由が問題となる。逆変換は順変換と同タップ数のフィルタをオーバーサンプルの後に掛けることによって実行される。すなわち、図2のDの出力の点丸（○印参照）の位置に0を挿入した後、 $d_1$ 、 $f_0 (=0)$ 、 $d_3$ 、 $f_2 (=0)$ をたたみこみ、又 $d_2$ 、 $f_1 (=0)$ 、 $d_4$ 、 $f_3 (=0)$ をたたみこみ、両者を加えることによって $g_1$ を作ることができる。ここで、問題点は $g_2$ を作る際に $d_1 \sim d_8$ だけでは作れないことになり、 $d_5'$ 、 $d_6'$ が必要不可欠であるにもかかわらず、 $d_5'$ 、 $d_6'$ は $g_2$ 、 $d_5$ 、 $d_6$ 、 $d_7$ がなくては作れない。すなわち、ウェーブレット直交変換はブロック構造をもっていないのでブロック毎に分岐を増やしたり増やさなかったりすることはできない。

【0007】そこで本発明は、直交変換を適応化する方法として、上記直交変換のフィルタ係数に変換行列の要素が1、-1のみからなるアダマール変換行列を用いるようにする。帯域分割手段にアダマール変換を用いると前述したようにブロック化が不可能であったウェーブレット変換においてブロック化ができるようになることを本発明者は見いだした。すなわち、アダマール変換は2のべき（ $2^n$ ）であるからブロック構造を持っており、これを使ってブロックに分割できるようにする。

#### 【0008】実施例

図3～図5は本発明に係る画像圧縮装置の一実施例を示す図である。まず、構成を説明する。図3は適応的直交変換が可能な画像圧縮装置を示す図である。図3において、画像圧縮装置は、帯域分割を行う直交変換として帯域分割A、B、Cにおいてはタップの長い（例えば、10タップ前後）のQMF（図3○印参照）を、それ以外の帯域分割D、E、F、Gにおいてはアダマール変換に

6

よるタップ2のフィルタ（図3○印参照）を使用するように構成する。すなわち、A、B、Cなる分割はタップの長い従来例と同様のフィルタ（本実施例では、QMF）を用いて、その他の分割はアダマール変換（特に、変換行列の要素が+1、-1のみのもの）によるタップ2のフィルタを用いるようにする。ここで、実験によりA、B、C以外のフィルタはタップ2のフィルタでも十分なことが証明されている。なお、A、B、Cなる分割で用いられるQMFは前記図5～図7と同様な装置及びフィルタ係数を使用してもよい。

【0009】次に、本実施例の動作を説明する。前記図2のタイミングチャートにおいて、サンプルデータ $d_1 \sim d_8$ がタップ2のアダマール変換によるフィルタで製作されているものとする。すると、今回は $g_1$ を作るためには $d_3$ 、 $d_4$ のみで十分なだけではなく、 $g_2$ も同様なことになる。すなわち、D、E、F、G、なる分割はフィルタ係数が1、-1のアダマール変換を用いているからそのフィルタ自体ブロック構造を持っており $d_1 \sim d_8$ だけで $g_1$ 、 $g_2$ が復元できる。以上のような画像圧縮装置を一般に拡大すると図4に示すようにモスキートノイズを発生させたくないブロック（例えば、同図ハッチングに示すような線画を含むブロック）と、エネルギーを集中させたい、またはノイズを分散させたいブロックという具合に自由な選択が可能となる。

【0010】以上説明したように、画像圧縮装置は、帯域分割にタップの長いQMFと直交変換のフィルタ係数に変換行列の要素が1、-1のみからなるアダマール変換行列を用いるようにしているので、直交変換を適応化することができ、エネルギー集中度を高めつつ人間の視覚特性に適した変換にできる。

【0011】なお、画像圧縮装置やフィルタ係数を構成する回路や部材の数、種類などは前述した実施例に限られないことは言うまでもない。

#### 【0012】

【発明の効果】請求項1、2、3、4、5、6及び7記載の発明によれば、入力を帯域分割手段により所定の帯域に分割し、分割された出力に対し所定のサンプル処理を実行する画像圧縮装置において、前記帯域分割手段が、アダマール変換であるように構成されているので、直交変換を適応化することができ、エネルギー集中度を高めつつ人間の視覚特性に適した画像圧縮装置を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】画像圧縮装置の構成図である。

【図2】画像圧縮装置のタイミングチャートである。

【図3】画像圧縮装置の構成図である。

【図4】画像圧縮装置の分割画面を示す図である。

【図5】画像圧縮装置のブロック構成図である。

【図6】画像圧縮装置の分割装置を示す回路構成図である。

50

【図7】画像圧縮装置のフィルタ係数を示す図である。

【図8】画像圧縮装置の分割方法を示す図である。

【図9】従来の画像圧縮装置の構成図である。

【図10】従来の画像圧縮装置のタイミングチャートを示す図である。

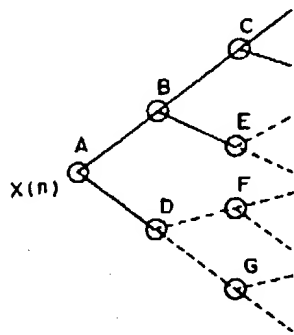
示す図である。

【符号の説明】

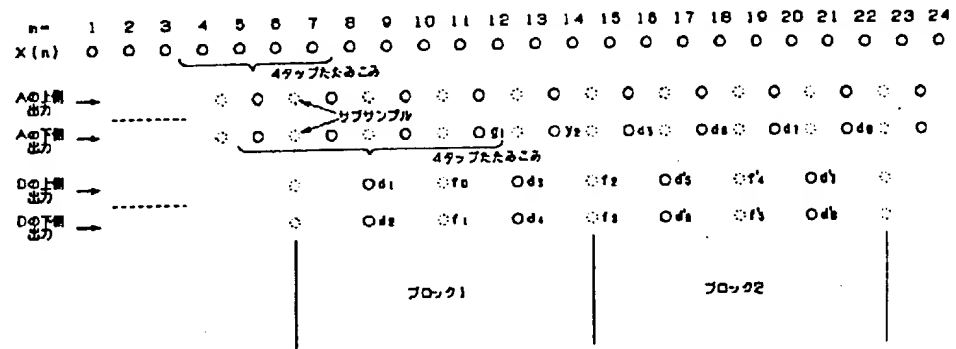
A, B, C QMF

D, E, F, G タップ2のフィルタ

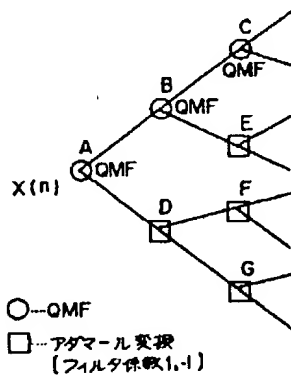
【図1】



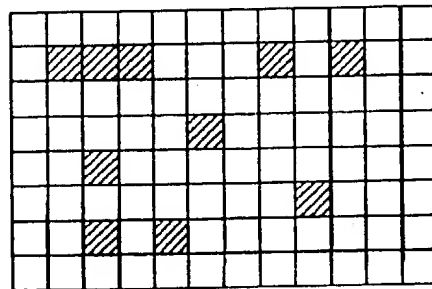
【図2】



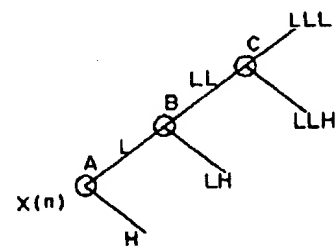
【図3】



【図4】

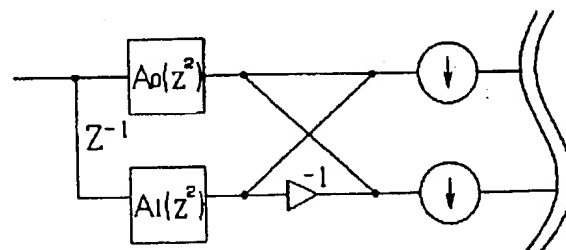
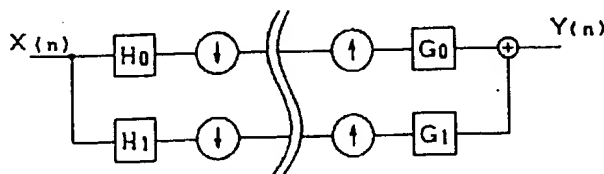


【図9】



【図6】

【図5】



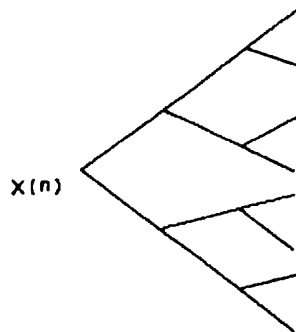
【図7】

32 32 -512 512 4032 4032 512 -512 32 32  $H_0$

32 -32 -512 -512 4032 -4032 512 512 32 -32  $H_1$

BEST AVAILABLE COPY

【図8】



【図10】

